

FÍSICA

Bandas de calificación de la asignatura

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 16	17 - 28	29 - 39	40 - 49	50 - 60	61 - 71	72 - 100

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 16	17 - 29	30 - 41	42 - 51	52 - 61	62 - 71	72 - 100

Evaluación Interna

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 9	10 - 15	16 - 21	22 - 27	28 - 31	32 - 37	38 - 48

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 9	10 - 15	16 - 21	22 - 27	28 - 31	32 - 37	38 - 48

Ámbito que cubre el trabajo entregado y medida en que fue apropiado

Las muestras de EI ponen de manifiesto un excelente rango y una rica diversidad del trabajo experimental de los alumnos, incluyendo muchas prácticas tradicionales de laboratorio así como algunas investigaciones de final abierto. La mayoría de los colegios cumplieron correctamente los trámites, incluyendo los formularios 4/PSOW debidamente completados, la evidencia del proyecto del grupo 4, las instrucciones del profesor y la portada 4/EI. Así mismo, la mayoría de los colegios presentaron investigaciones relevantes para los criterios de EI, y la mayoría de las calificaciones de los profesores resultaron consistentes y con el nivel apropiado. Hay evidencia de un uso cada vez mayor de las TIC, especialmente para la representación gráfica de datos. Se anima también a otro tipo de aplicaciones de las TIC.

Hubo algunas áreas en las que se presentaron dificultades.

- A menudo, las investigaciones inapropiadas para ser evaluadas afectaban al **proyecto del grupo 4**, que involucra trabajo en colaboración, y que ocasiones se evaluó como hecho individualmente. En general, los primeros cinco criterios de EI no deberían aplicarse al proyecto del grupo 4.
- Otros ejemplos de investigaciones inapropiadas involucran a los ejercicios de planificación en los que el profesor plantea una pregunta de investigación claramente definida. Debe recalarse que la **planificación (a)** exige del profesor un propuesta de final abierto. Los profesores pueden proporcionar la variable dependiente, pero deberá haber varias variables independientes. Los mejores temas de planificación conciernen a la relación o función entre variables, no a valores concretos de magnitudes físicas o a la confirmación de leyes conocidas. Pedir a los alumnos que confirmen la ley de Ohm constituye un buen experimento, pero no resulta apropiado para la evaluación de planificación /a).
- En algún caso, el criterio de **planificación (b)** resultó evaluado de modo inapropiado ya que los alumnos utilizaron equipos estándar de laboratorio. Por ejemplo, al determinar el calor específico de un metal desconocido.
- Los ejemplos de evaluación inapropiada de los criterios **obtención de datos y procesado y presentación de datos** involucraban experimentos en los que el profesor decía a los alumnos qué datos obtener y cómo recogerlos, así como qué gráfico dibujar. Se hacía inadvertidamente proporcionando a los estudiantes una ecuación u, ocasionalmente, hojas de instrucciones. Las hojas de instrucciones del tipo "Rellenar los espacios en blanco" son inapropiadas para la evaluación.

Rendimiento alcanzado por los alumnos en cada uno de los criterios

Las investigaciones sobre planificación resultaron ocasionalmente sobrevaloradas por los profesores porque se proporcionó demasiada información y las notas de los alumnos hubieron de reducirse. La obtención de datos resultó ocasionalmente sobrevalorada porque los estudiantes y los profesores omitieron una estimación de los errores e incertidumbres. En física, todas las medidas involucran un cierto grado de incertidumbre. En procesamiento y presentación de datos, los candidatos de nivel superior a menudo olvidaron los gradientes mínimo y máximo esperables en los gráficos lineales. En conclusión y evaluación, los estudiantes necesitan reconocer claramente cada ítem de los tres aspectos. CE es probablemente el criterio más difícil de alcanzar completamente, pero cuando los moderadores aumentaron las calificaciones de los estudiantes fue debido a que los profesores parecían pensar que completamente significa perfecto. Cada aspecto necesita ser tratado apropiadamente para un completo, pero se pueden cometer errores y completo no significa perfecto.

Lo que sigue proporciona detalles específicos sobre la moderación del trabajo de EI de los colegios.

A. Cuándo reducen las calificaciones los moderadores.

Planificación (a):

- El profesor indica la pregunta de investigación, la hipótesis y/o las variables independientes y las controladas. Al aspecto respectivo se le debe asignar un "n". Resulta aceptable un objetivo general si los estudiantes han modificado significativamente la propuesta o pregunta del profesor (e.g. haciéndola más precisa).
- El moderador reducirá el segundo aspecto hasta una "p" cuando no se haya explicado la hipótesis o la explicación contradice la teoría que la media de los estudiantes de física del BI puede esperarse razonablemente que conozca.

Planificación (b):

- Se da un guión que los estudiantes siguen sin modificarlo o bien **todos** los estudiantes utilizan un método idéntico. La calificación apropiada es n, n, n = 0.
- Resulta claro que los estudiantes han sido informados de los aparatos y materiales requeridos. El máximo que puede concederse es n, c, c = 2.

Obtención de datos:

- Los estudiantes han recibido una tabla fotocopiada con encabezamiento y unidades. La máxima calificación es p, n = 0. Si los estudiantes no han registrado las incertidumbres de algún dato cuantitativo, el máximo que puede alcanzarse en el primer aspecto es "p"
- Si los estudiantes han sido *repetidamente inconsistentes* en el uso de cifras significativas al registrar los datos, entonces el máximo que puede alcanzarse en el segundo aspecto es "p".
- En física, los datos son siempre cuantitativos, e.g. dibujar las líneas de campo alrededor de un imán no forma parte de OD.

Procesamiento y Presentación de Datos:

- Se ha proporcionado un gráfico con los ejes rotulados o se ha informado a los estudiantes sobre las variables a representar, o los estudiantes han seguido un cuestionario estructurado para llevar a cabo el procesamiento de los datos. Lo máximo que el moderador puede conceder es c, n = 1.
- Si no hay evidencia de la propagación de errores (sólo NS) o del error aleatorio total estimado (NM), la calificación máxima moderada es c, p = 2. Un gráfico de la línea de mejor ajuste es suficiente para determinar lo que se requiere respecto al error y la propagación de la incertidumbre.

Conclusión y Evaluación:

- Si los profesores proporcionan a los estudiantes preguntas estructuradas para la discusión, la conclusión y la evaluación, entonces el máximo alcanzable en cada aspecto que haya sido guiado es *parcial*. El moderador juzga simple y llanamente las aportaciones de los estudiantes

- Evaluación limitada, e.g. los estudiantes únicamente han indicado como crítica que se les acabó el tiempo. A menudo se concede c , c , $c = 3$, pero sólo se puede alcanzar un máximo de c , n , $p = 1$.

B. Cuándo no reducen las calificaciones los moderadores.

En los siguientes casos, el moderador mantiene la postura del profesor, pues es quien sabe qué puede esperar de sus estudiantes.

Planificación(a):

- El profesor ha dado la variable dependiente o el estudiante no ha hecho mención de una variable dependiente.
- Cuando el moderador discrepa de la hipótesis explicada, pero considera que es una aplicación razonable al nivel de conocimientos del BI.
- La física errónea no está penalizada.
- La explicación de la hipótesis es simplista, pero la única posible dentro del contexto de la tarea. En este caso, el moderador apoyará al estudiante, pero proporcionará realimentación al profesor respecto a lo poco apropiado de la tarea.
- Se han identificado claramente las variables independientes y controladas, pero no se han dado como lista aparte
- Hay una lista de variables y se advierte claramente en el procedimiento cuáles son independientes y cuáles controladas.

Planificación (b):

- Se indican procedimientos similares, pero no idénticos, para una tarea concreta. El moderador hará un comentario en el impreso 4/IAF sobre lo inapropiado de la tarea.
- Los moderadores no califican solamente por la relación de materiales, sino que lo hacen también por su clara identificación en el procedimiento seguido.
- Los moderadores no insisten en que la precisión \pm de los aparatos se indique en la relación de aparatos. La idea de registrar las incertidumbres se considera en OD.
- No se relacionan los artículos habituales tales como gafas de seguridad o batas de laboratorio. Algunos profesores consideran vital enumerar cada uno de ellos, pero otros los consideran parte integral de todo trabajo de laboratorio y asumen su uso. En este punto, los moderadores apoyan la decisión de los profesores

Obtención de Datos:

- El estudiante ha sido inconsistente con las cifras significativas para el caso de un punto dato u omite las unidades en el encabezamiento de una columna en un ejercicio completo de obtención de datos, posiblemente con varias tablas de datos. Si el moderador advierte que el estudiante ha demostrado que les ha prestado atención y ha cometido un error por descuido, entonces el moderador, aún así, puede respaldar la máxima calificación según la regla de que "completo no significa perfecto". Este es un principio importante puesto que a menudo los buenos estudiantes que responden completamente a una tarea extensa resultan injustamente penalizados con más frecuencia que los estudiantes que abordan el ejercicio de manera simplista.

- El estudiante no incluye ninguna observación(es) cualitativa(s) y el moderador considera que de ninguna forma podría haber sido obviamente relevante.
- No hay título en una tabla cuando resulta obvio a qué se refieren los datos contenidos en ella. Con la excepción de investigaciones amplias, resulta normalmente una evidencia a qué se refiere la tabla y la parte del encabezamiento "Datos Brutos" es suficiente. Una vez más "c" no significa perfecto.

Procesamiento y Presentación de Datos:

- Lo que se espera en el tratamiento de errores e incertidumbres en física se describe en la Guía y en el MAP 1.
- No se espera que los candidatos de nivel medio procesen las incertidumbres en los cálculos. Sin embargo, pueden proporcionar información sobre la incertidumbre mínima, basándose en la última cifra significativa de una medida, así como sobre la precisión que indica el fabricante. Pueden hacer estimaciones sobre las medidas compuestas (\pm la mitad del rango) y realizar conjeturas sobre las incertidumbres en el método de medida. Si las incertidumbres son suficientemente pequeñas como para ser ignoradas, los candidatos deberán informar de ese hecho.
- Los candidatos de nivel superior deberían ser capaces de expresar las incertidumbres como fracciones y como porcentajes. Así mismo, deberían poder llevar a cabo la propagación de incertidumbres a lo largo de un cálculo. Los gradientes mínimo y máximo deberían trazarse sobre los gráficos utilizando barras de incertidumbre (usando el primero y el último de los puntos-dato) únicamente en el caso de una variable.
- Tanto en el caso de OD como en el de PPD, si los estudiantes han intentado claramente considerar o propagar las incertidumbres (según sea NM o NS), los moderadores apoyarán lo concedido por el profesor aún si consideraran que el estudiante podría haber hecho un esfuerzo más complejo.

Conclusión y Evaluación:

- El estudiante ha identificado las fuentes más relevantes de error sistemático. El moderador apoyará lo concedido por el profesor, aun si le es posible identificar alguna fuente de error adicional.
- Los moderadores son más críticos en relación con el tercer aspecto que con las modificaciones asociadas a las citadas fuentes de error. Si el moderador advierte que una tarea resultó demasiado sencilla como para representar verdaderamente el espíritu del criterio, hace el oportuno comentario en el 4/IAF respecto a lo inadecuado de la tarea, dando completa justificación de las medidas que deben tomarse al respecto, pero el moderador no necesariamente reduce la calificación del estudiante. En consecuencia, los estudiantes pueden obtener altas calificaciones en OD o PPD con un breve trabajo en base a datos limitados, pero si los estudiantes han cumplido con los requerimientos de los aspectos dentro de ese pequeño rango, el moderador mantendrá las calificaciones del profesor.

C. Moderación y TIC

El BI recomienda el uso de programas de registro de datos aún para el trabajo evaluado. El axioma clave que debe seguirse es que los estudiantes han de ser evaluados por su

contribución individual en la tarea evaluada. Para juzgarlo, los moderadores deben ser guiados por el profesor, que es quien conoce exactamente lo que los estudiantes han hecho. El moderador aplica los estándares normales en lo que se refiere a lo esperable en la presentación de datos (unidades, incertidumbres, etc.) y gráficos (líneas de mejor ajuste, rotulado de los ejes, escalas adecuadas, etc.).

Sugerencias y recomendaciones para la enseñanza de alumnos futuros

- Resulta necesario que los estudiantes y los profesores estudien cuidadosamente los criterios de EI al llevar a cabo el trabajo práctico que vaya a ser evaluado. No hay que olvidar que el trabajo evaluado es sólo un subconjunto del trabajo completo de EI que los estudiantes deben llevar a cabo
- El proyecto del Grupo 4 no es apropiado para la EI de los cinco primeros criterios.
- Se recomiendan las TIC tanto en el trabajo práctico evaluado como en el no evaluado.
- Para Planificación (a), no resulta recomendable la búsqueda por Internet. Los estudiantes deben hacer sus propias conjeturas sobre la propuesta realizada por el profesor.
- Los estudiantes que se examinen de Física en Noviembre de 2009 deberán seguir los nuevos criterios de EI.

Otros comentarios

La mayoría de los profesores tienen una comprensión clara de los requisitos de EI y presentan a sus alumnos un programa práctico rico y diverso. Aunque algunos colegios se moderaron a la baja, y otros al alta, hubo evidencia suficiente de una aplicación consistente de los criterios de EI. Se recuerda a los profesores que las últimas convocatorias de exámenes sometidas a la actual regulación de EI son las de mayo y noviembre de 2008. Es necesario que los profesores se familiaricen con los nuevos criterios y requisitos de EI para la primera sesión de mayo de 2009. El nuevo material de ayuda al profesor (incluyendo diez investigaciones de estudiantes con puntuaciones del moderador y comentarios, y muchas ideas sobre los el diseño de los nuevos criterios) se presenta normalmente en el CPEL.

Comentarios generales sobre los exámenes escritos

Las pruebas de elección múltiple del BI se diseñan para presentar, en general, preguntas que prueben el conocimiento de hechos, conceptos y terminología, y sus aplicaciones. Estos Objetivos de Evaluación se especifican en la Guía. Debe advertirse que las preguntas de elección múltiple permiten poner a prueba definiciones y leyes sin recordarlas totalmente, pero requieren comprensión de los conceptos subyacentes.

Aunque las preguntas puedan involucrar cálculos sencillos, los cálculos pueden evaluarse más apropiadamente en las preguntas de las Pruebas 2 y 3. Por ello, no se necesitan ni permiten calculadoras para la Prueba 1.

A veces, en las Pruebas 2 y 3, se pide a los candidatos que escriban un corto párrafo para poder evaluar su comprensión de los temas. Basándose en múltiples respuestas, está claro que se ha preparado a los candidatos para dar definiciones y realizar cálculos, pero se

muestra poca comprensión de la física subyacente. Es esta falta de comprensión la que impide a los candidatos obtener grados mayores.

Debe animarse a los candidatos para que den definiciones precisas de las magnitudes físicas. No son aceptables las definiciones expresadas total o parcialmente en términos de unidades.

Algunas preguntas son comunes a las pruebas de NM y NS, y las preguntas adicionales en el NS permiten abarcar más a fondo el programa de estudios.

Prueba uno

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 10	11 - 14	15 - 18	19 - 22	23 - 27	28 - 31	32 - 40

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 7	8 - 11	12 - 15	16 - 18	19 - 20	21 - 23	24 - 30

Generalidades

Menos del 20% de los Centros que participaron en el examen enviaron los impresos G2 para este componente y únicamente el 7% escribió algún comentario a propósito de la prueba.

Las respuestas indicaban que la mayoría de los profesores consideró que las pruebas tenían un nivel parecido al del año anterior; la opinión de los restantes estaba dividida entre “un poco más fácil” y “un poco más difícil”. Se consideró que el nivel de dificultad era el apropiado en todos los casos menos uno. La cobertura del programa se valoró como buena por la mitad de los que respondieron y satisfactoria por el resto (este factor debe juzgarse conjuntamente con la Prueba 2). La redacción se consideró clara y la presentación buena para dos tercios de los que respondieron, los restantes opinaron que era satisfactoria.

Análisis estadístico

El rendimiento global de los candidatos y el correspondiente a las diferentes preguntas se pone de manifiesto en el análisis estadístico de las respuestas. Estos datos se recogen en las tablas que siguen a continuación.

Prueba 1 NS análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de Dificultad	Índice de Discriminación
1	84	102	321 *	106	3	52.11	0.49
2	53	26	479 *	55	3	77.76	0.49
3	163	379 *	44	19	11	61.53	0.50
4	15	530 *	48	22	1	86.04	0.27
5	35	140	402 *	38	1	65.26	0.21
6	385 *	39	69	118	5	62.50	0.47
7	64	4	6	542 *		87.99	0.13
8	76	317	204 *	16	3	33.12	0.48
9	103 *	87	49	376	1	16.72	0.19
10	49	291 *	209	65	2	47.24	0.66
11	73	128	128	286 *	1	46.43	0.57
12	381 *	10	222	1	2	61.82	0.33
13	33	66	465 *	50	2	75.49	0.40
14	13	11	507 *	85		82.31	0.33
15	10	19	286 *	299	2	46.43	0.65
16	142	23	11	438 *	2	71.10	0.38
17	88	297 *	124	105	2	48.21	0.31
18	588 *	4	0	24		95.45	0.10
19	122	347 *	111	33	3	56.33	0.55
20	19	35	7	554 *	1	89.94	0.20
21	202	57	37	318 *	2	51.62	0.45
22	27	121	407 *	59	2	66.07	0.49
23	296 *	44	257	17	2	48.05	0.45
24	428 *	129	34	23	2	69.48	0.52
25	203 *	161 *	119	129	4	59.09	-0.01
26	41	298 *	73	190	14	48.38	0.46
27	179	101	142	189 *	5	30.68	0.47
28	363 *	22	40	189	2	58.93	0.40
29	465 *	56	41	51	3	75.49	0.48
30	266 *	209	65	72	4	43.18	0.46
31	31	96	86	395 *	8	64.12	0.61
32	405 *	35	99	75	2	65.75	0.48
33	57	87	259 *	208	5	42.05	0.71
34	45	400 *	103	65	3	64.94	0.51
35	77	62	117	356 *	4	57.79	0.54
36	459 *	44	69	38	6	74.51	0.41
37	130	99	86	295 *	6	47.89	0.73
38	115	388 *	95	12	6	62.99	0.66
39	46	303	247 *	13	7	40.10	0.35
40	354 *	130	64	61	7	57.47	0.64

Número de candidatas: 616

Prueba 1 NM análisis de ítems

Pregunta	A	B	C	D	En blanco	Índice de Dificultad	Índice de Discriminación
1	130	96	296 *	95	4	47.67	0.34
2	122	225	266 *	7	1	42.83	0.57
3	165	280 *	119	50	7	45.09	0.51
4	28	492 *	77	22	2	79.23	0.32
5	239 *	12	35	334	1	38.49	0.54
6	26	38	168	388 *	1	62.48	0.31
7	67	109	395 *	47	3	63.61	0.19
8	481 *	100	14	25	1	77.46	0.37
9	57	408 *	41	115		65.70	0.44
10	134 *	343	48	93	3	21.58	0.26
11	51	370 *	174	23	3	59.58	0.48
12	85	8	10	515 *	3	82.93	0.19
13	121	348	143 *	7	2	23.03	0.34
14	29	12	500 *	68	1	80.52	0.32
15	34	14	156 *	414	3	25.12	0.34
16	187	45	13	372 *	4	59.90	0.30
17	218	164 *	103	132	4	26.41	0.13
18	39	84	29	467 *	2	75.20	0.35
19	301 *	98	156	65	1	48.47	0.46
20	54	178	283 *	104	2	45.57	0.52
21	309 *	177	92	40	3	49.76	0.56
22	37	77	124	381 *	2	61.35	0.44
23	23	95	400 *	94	9	64.41	0.39
24	27	298 *	62	231	3	47.99	0.48
25	122	148	210 *	132	9	33.82	0.37
26	297 *	59	82	175	8	47.83	0.49
27	344 *	89	75	106	7	55.39	0.45
28	321 *	95	94	104	7	51.69	0.39
29	100	311 *	109	91	10	50.08	0.55
30	24	473 *	82	35	7	76.17	0.40

Número de candidatos: 621

Los números que aparecen en las columnas A-D y en Blanco representan el número de candidatos que eligieron esa opción o que dejaron la pregunta en blanco. La opción correcta está indicada por medio de un asterisco (*). El *índice de dificultad* (quizás mejor llamarlo índice de facilidad) es el porcentaje de candidatos que responden correctamente a la pregunta (la clave). Un índice alto indica, por tanto, que la pregunta es fácil. El *índice de discriminación* es una medida de lo bien que discrimina la pregunta entre candidatos de capacidades diferentes. En general, un índice de discriminación alto indica que una gran proporción de los candidatos mejores identifica correctamente la clave, en comparación con los candidatos peores. Sin embargo, este puede no ser el caso cuando dicho índice es o alto o bajo.

Comentarios sobre el análisis

Dificultad. En el NM, el índice de dificultad varía entre el 20% (preguntas relativamente difíciles) y el 80% (preguntas relativamente “difíciles”); el mismo índice para el NS presenta

un rango del 16% al 95%. Eso proporciona una buena distribución de las puntuaciones en la prueba y significa que todos los candidatos tuvieron la oportunidad de demostrar al menos algo de su física.

Discriminación. Sólo una de las preguntas presentó un índice de discriminación negativo (NS., p. 25). De las restantes, tan sólo una pregunta del NS tuvo un valor significativamente bajo de 0,2 (idealmente, debería ser mayor que ese valor).

Respuesta "en blanco" Algunas preguntas (6 de NM, 5 de NS) tuvieron un número significativo de respuestas en blanco. Siempre es útil una conjetura verosímil si dos respuestas parecen correctas a algún candidato. Fue evidente que el número de respuestas en blanco aumentó ligeramente hacia el final de la prueba de NS, pero no en la de NM.

Comentarios sobre preguntas seleccionadas

El rendimiento de los candidatos en cada una de las preguntas se indica en las tablas estadísticas anteriores, junto con los valores de los índices. En la mayor parte de las preguntas, esta información proporciona suficiente realimentación cuando se considera una pregunta determinada. Por lo tanto, únicamente se harán comentarios sobre preguntas seleccionadas, i.e. aquellas que ilustran un tema particular o en las que se haya identificado un problema.

Preguntas comunes NM y NS

NM P3 y NS P3

Los candidatos se mostraban inseguros al manipular las potencias de diez o, posiblemente, al estimar la masa aproximada de un vaso de agua.

NM P13 y NS P8

Demasiados candidatos no leyeron la pregunta cuidadosamente (es de suponer) o fallaron al elevar al cuadrado la rapidez en su cálculo de la energía cinética.

NM P15 y NS P15

Un gran número de candidatos llevó a cabo sus cálculos con la ecuación de los gases en °C y no en K.

Preguntas NM

P2

Las cifras significativas se mostraron problemáticas en este caso. Muchos buscaron un compromiso entre 3 cs y 1 cs de los datos, en vez de reconocer que el dato de 1 cs determinaba por completo la respuesta.

P5

Los candidatos no pensaron con claridad en este caso. Se enfrentaban a una gráfica distancia-tiempo y no lograron conectar el gradiente de la gráfica con la rapidez que se les solicitaba.

P10

Un número sustancial de candidatos se confundió al relacionar la masa inercial con la gravitatoria, y la constancia de su valor, aunque haya cambiado el campo gravitatorio.

P17

Se pedía a los candidatos que respondieran cuál **no** era una hipótesis de la teoría cinética. No leyeron cuidadosamente la pregunta y normalmente respondieron con la primera hipótesis que encontraron correcta.

P25

Los cálculos con circuitos se mostraron difíciles, como de costumbre. Los candidatos necesitan practicar en la manipulación de tales problemas con precisión y rapidez.

Preguntas NS

P9

Muchos confundieron el potencial gravitatorio y la fuerza gravitatoria, y un gran número de ellos supuso que una fuerza neta nula significaba un potencial cero.

P10

Se trataba de una sencilla aplicación de la Tercera Ley de Kepler, pero, claramente, la manipulación de potencias resultó excesiva para algunos candidatos

P11

Los candidatos no tenían claro la naturaleza del equilibrio. El hecho de que la nave espacial estuviera acelerada debería haberles alertado del carácter de no equilibrio traslacional (aún cuando un motor hubiera dejado de funcionar) y el consiguiente desequilibrio en el empuje debería conducir, también, al no equilibrio de rotación.

P13

La versión española de la prueba contenía un error de imprenta que condujo a la omisión de la segunda mitad del enunciado de la pregunta. Los examinadores analizaron detalladamente las estadísticas y las compararon con los perfiles globales de los candidatos en el resto de la prueba, concluyendo que no parecía haber desfavorecido a ninguno. Era bastante sencillo deducir lo que faltaba en la pregunta (el alcance de la segunda partícula) dado que todas las respuestas eran múltiplos del alcance de la primera.

P25

El índice de discriminación negativo indicado al principio alertó a los examinadores de un posible problema en esta pregunta. Parecía que los candidatos habían comprendido erróneamente la naturaleza de la comparación que se les pedía. Deberían haber comparado potencial y carga entre las esferas, no antes y después de la conexión. Por todo ello, y para no desfavorecer a los candidatos, se aceptaron como válidas las respuestas A y B.

P27

Esta pregunta puso a prueba a muchos, con números similares entre los que optaron por las diferentes respuestas. De nuevo, ello muestra la dificultad que tienen los candidatos con la teoría de circuitos eléctricos y la necesidad de practicar este tipo de preguntas.

P30

Casi todos reconocieron el efecto y su resultado, pero aproximadamente la mitad invirtió el efecto y, por tanto, las posiciones de las cargas.

P33

Muchos se sintieron atraídos por una fórmula incompleta ($N_0e^{-\lambda t}$), donde sustituyeron mentalmente $t = 1$, de manera incorrecta, e ignoraron la respuesta válida.

P39

Muchos eludieron la verdadera naturaleza de la energía de enlace y un gran número expresó la desigualdad erróneamente.

Sugerencias y recomendaciones para la enseñanza de alumnos futuros

Debería animarse a los candidatos a leer las preguntas muy cuidadosamente, dada la naturaleza de una pregunta de opción múltiple, en la que la redacción se reduce a lo que es significativo e importante.

Se recomienda que los candidatos hagan cálculos con circuitos eléctricos sencillos y adquieran soltura en su manipulación de potencias, especialmente cuando no se dispone de calculadoras.

Prueba dos

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 11	12 - 23	24 - 34	35 - 44	45 - 54	55 - 64	65 - 95

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 7	8 - 14	15 - 20	21 - 24	25 - 29	30 - 33	34 - 50

Generalidades

Hubo exámenes excelentes. Sin embargo, a muchos candidatos de ambos niveles les resultó difícil obtener buena calificación en la prueba, a pesar de que había muchos puntos asequibles hasta para los candidatos menos capaces. Como se identificó el año pasado, a menudo los candidatos pierden puntos por culpa de las definiciones, que o bien carecen de precisión o están expresadas en lenguaje no científico. Resultó muy satisfactorio comprobar que la inmensa mayoría de los candidatos hizo extremadamente bien la pregunta (A1) de análisis de datos. Sin embargo, la mayoría de los candidatos de ambos niveles tuvo mucha dificultad (sorprendentemente) con el diagrama vectorial de A2.

Alunas partes del programa parecían haber sido tratadas muy pobremente. Ello incluía el movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos, las ondas estacionarias y los circuitos eléctricos, en el Nivel Medio, y los circuitos eléctricos, la dualidad onda-partícula y la

inducción electromagnética, en el Nivel Superior. En general, las preguntas de física térmica se respondieron bien.

Áreas del programa y del examen que parecen haber resultado difíciles para los estudiantes

El equipo de examinadores detectó las siguientes áreas en las que muchos candidatos presentaron dificultades:

Al dar definiciones precisas de magnitudes tales como la resistencia eléctrica o el campo eléctrico, y al enunciar la ley de conservación del momento.

Incapacidad para utilizar un diagrama vectorial que explique la necesidad de una fuerza centrípeta en un movimiento circular.

Al determinar la dirección y sentido de la fuerza magnética sobre una partícula cargada en movimiento.

Al utilizar gráficas para solucionar problemas de circuitos eléctricos.

Inducción electromagnética: enunciados incorrectos de la ley de Lenz y de cómo se relaciona con la conservación de la energía.

Al trabajar con la gravitación

Termodinámica: incapacidad de identificar un proceso adiabático en base a la ausencia de energía transferida en el sistema y dificultad al manipular el rendimiento de una máquina térmica.

Dificultades con la explicación básica de la formación de ondas estacionarias.

Dificultades al demostrar la fórmula de Doppler.

Rayos X: dificultades con la explicación del mínimo de longitud de onda y con las líneas características.

Áreas del programa o del examen en que los estudiantes demostraron estar bien preparados

En general, los candidatos parecían bien preparados en las siguientes áreas:

Pregunta sobre análisis de datos.

Cálculos cinemáticos.

Cálculos calorimétricos.

Al trabajar con un número adecuado de cifras significativas y con unidades correctas.

Puntos fuertes y débiles de los estudiantes al abordar las distintas preguntas

Hubo muchas preguntas comunes a los niveles NM y NS. Los comentarios que siguen están ordenados según aparecen las preguntas en el NS.

Sección A

A1 [(a)-(e) NS y NM] – Pregunta sobre análisis de datos

La gran mayoría de los candidatos respondió muy bien a esta pregunta.

Muchos candidatos se dieron cuenta de que la ecuación dada era la de una línea recta y de que, por tanto, no era apropiada para los datos proporcionados.

En (b) (i), la unidad de D/v era $m/m s^{-1}$ (y se les puntuó). Debe recalarse, sin embargo, que cuando se piden las unidades de una magnitud concreta deberá expresarse en su forma más sencilla (en este caso, segundos).

Se presentaron líneas de mejor ajuste cuidadosamente dibujadas y cálculos correctos de la intersección y de la pendiente (gradiente). Resultó muy satisfactorio ver que utilizaban triángulos grandes para el cálculo de la pendiente.

[Sólo NS]

(f) Hubo muchas respuestas correctas, pero muchos estudiantes obtuvieron su resultado calculando los valores máximo y mínimo de D y v para determinar la incertidumbre en D/v . Dada la validez del método estándar de sumar los errores porcentuales en D y v , éste resulta más rápido.

[Sólo NM]

(f) Muchos candidatos fueron incapaces de hacer ningún comentario significativo distinto de “las respuestas son iguales” o “las respuestas no son distintas”.

A2 [NS y NM] – Movimiento circular

Muy pocos candidatos fueron capaces de obtener la totalidad de los puntos de esta pregunta.

Fue muy decepcionante. La mayoría de los candidatos parecía incapaz de restar la velocidad de A de la de B para obtener el cambio en el vector velocidad. La mayoría sumó los vectores. Aún en el caso raro de que se obtuviera el vector correcto restando, muchos candidatos no fueron capaces de relacionar la dirección y sentido del cambio en el vector velocidad con la aceleración y, por tanto, con la fuerza sobre la partícula. En honor a la verdad, el cambio en el vector velocidad (para un intervalo de tiempo finito) no pasa, en general, por el centro de la circunferencia, pero lo hace claramente para los puntos A y B elegidos en esta pregunta.

A3 [NS y NM] - Circuitos eléctricos

Está muy claro que muchos estudiantes tienen una muy débil comprensión de los circuitos eléctricos y están pobremente preparados para preguntas sobre este tema. De hecho, es una parte del programa en la que las preguntas son normalmente sencillas. Además, es una parte en la que se pueden llevar a cabo experimentos baratos, precisos y relativamente fáciles que apoyen al libro de texto. Muchos colegios necesitan poner más énfasis en este tema, combinando los aspectos teóricos y los prácticos.

[Sólo NS]

La mayoría respondió bien a la primera parte de esta pregunta. Los problemas aparecieron en (c), donde muy pocos candidatos se dieron cuenta de que tenían que trazar una línea horizontal sobre el gráfico y, por ensayo y error, ver qué corriente daba una *suma* de voltajes a través de T y R igual a 4,0 V.

[Sólo NM]

(a) Los estudiantes tenían una gran confusión con la definición de resistencia. Muchos la definieron en términos de “la dificultad de los electrones para moverse” o en términos similares. Aún entre aquellos que se dieron cuenta de que estaba involucrado el cociente entre la diferencia de potencial y la intensidad de corriente (la fórmula está en el cuadernillo), muy pocos prestaron atención al hecho de que tenían que referirse a la diferencia de potencial *a través* del dispositivo y a la intensidad de corriente que le *atraviesa*. Muchos estudiantes pudieron completar correctamente el resto de la pregunta.

A4 [Sólo NS] - Dualidad onda partícula

Los candidatos respondieron esta pregunta o muy pobremente o muy bien.

La mayoría de los candidatos era consciente de que había algún tipo de patrón de interferencia sobre la pantalla. Las respuestas se dividieron entre la correcta de un patrón en forma de anillo y las incorrectas que eran copias del patrón estándar de la doble rendija. Muchos estudiantes hicieron correctamente la segunda parte, al constatar que el aumento del momento conllevaba una menor longitud de onda del electrón y, por tanto, un cambio en el patrón de interferencia.

Sección B

B1 [Parte 1 NS y NM (a)] – Movimiento lineal

Esta pregunta resultó muy elegida en ambos niveles y, en general, se hizo bien.

En el apartado (c) se preguntaba por la distancia recorrida por el esquiador en la parte baja de la pendiente. Ya que la trayectoria no era rectilínea y la aceleración no era constante, la fórmula usual de la cinemática no era aplicable y los estudiantes tenían que utilizar el área bajo la curva. Desafortunadamente, muy pocos candidatos eligieron este método. En (b) (iii) tenían que identificar dos causas para la fuerza retardadora sobre el esquiador. El rozamiento fue normalmente la respuesta, aunque no se identificó el origen de la fuerza de rozamiento (por ejemplo, el rozamiento entre los esquíes y la nieve).

[Sólo NS apartado (c)] La mayoría de los candidatos respondió bien.

[Sólo NM apartado (c)] La mayoría de los candidatos respondió bien.

[NS y NM apartado (d)] La mayoría se dio cuenta de que el esquiador tomaría tierra más lejos y muchos identificaron correctamente una toma de tierra más suave, pero muy pocos pudieron proporcionar un argumento coherente del por qué.

B1 Parte 2 [NS y NM] – Reacciones nucleares

(a) Hubo respuestas más que vagas en este apartado. Con frecuencia los estudiantes hablaban de átomos o moléculas descomponiéndose y pocos identificaban a los núcleos que emitían varias partículas. Muchos abordaron la naturaleza aleatoria de la desintegración. En (b), un número sorprendentemente grande de candidatos no identificaron correctamente los números atómico y másico del protón (y por tanto del isótopo del oxígeno). Muchos candidatos calcularon correctamente el defecto de masa de la reacción y los que utilizaron la conversión en MeV obtuvieron mejores resultados que los que eligieron convertir primeramente las u en kg. Sin embargo, pocos advirtieron que la masa de la parte izquierda de la reacción era menor que la masa de la parte derecha y que, por tanto, debía proporcionarse energía.

B2 [Parte 1 NS y NM] Momento

La mayoría de los candidatos lograron muchos puntos en esta parte de la pregunta.

El apartado (a) fue respondido por la mayoría de los candidatos. Muchos utilizaron el término “sistema cerrado” sin definirlo. En (b) (ii) la pregunta pedía explícitamente una respuesta haciendo referencia a las leyes de Newton. En tal situación no basta con enunciar simplemente las leyes – se debe indicar qué leyes en el contexto concreto de la pregunta. Así pues, en este caso los examinadores esperan enunciados del tipo “el ritmo de cambio del momento del agua eyectada proporciona la fuerza sobre el cohete o “la fuerza hacia abajo ejercida sobre el agua por el cohete es igual y opuesta a la fuerza hacia arriba ejercida por el agua sobre el cohete”, etc.

En (b) (iii) las preguntas del NS y del NM eran ligeramente diferentes. En el NS se tenía que explicar por qué el cohete no despegaba inmediatamente después de que se abra la tobera y en el NM había que calcular el tiempo de retardo. En el NS, la mayoría constató que el peso del cohete era inicialmente mayor que la fuerza hacia arriba y por tanto el cohete no podría moverse antes de que se redujera el peso. Sin embargo, pocos pudieron expresarlo claramente. En el NM hubo pocas respuestas correctas, ya que pocos candidatos se dieron cuenta de que en el despegue la fuerza de reacción del suelo se hace cero y en ese momento el peso del cohete debe ser menor que la fuerza hacia arriba de 2 N.

B2 [NS y NM (a) – (c)] Temperatura y energía térmica

En (a), la gran mayoría de los candidatos respondió haciendo referencia a un termómetro “centígrado” y obtuvo uno de los dos puntos disponibles, sin darse cuenta de la cuestión general que estaba detrás, de una temperatura dependiente propiamente del termómetro. En (b) la mayoría se concentró en incertidumbres generales producidas en una medida, sin abordar el tema en cuestión.

En (c), la definición de calor específico se dio, mayoritariamente, de manera correcta. También, la mayoría de los estudiantes hizo bien los cálculos en (ii). Aquellos que olvidaron la energía absorbida por el hielo después de mezclarse con el agua obtuvieron puntos parciales.

[Sólo NS (d) – (e)]

Hubo respuestas variadas a (d) (i). Muchos identificaron el proceso como adiabático, pero pocos pudieron señalar la rápida compresión del gas como la razón de que no hubiera demasiado tiempo disponible para transferir fuera del sistema algo de energía térmica. En (ii) se preguntaba claramente una explicación basada en el modelo molecular de un gas ideal. Esto significa que las respuestas basadas en la ley de los gases $pV = nRT$ no pueden obtener puntuación alguna.

Muchísimos candidatos dieron el argumento (incorrecto) “las moléculas chocan con las paredes más frecuentemente y, por tanto, la temperatura sube”.

Muchos respondieron bien el apartado (e), pero también, desafortunadamente, muchos se confundieron en la fórmula del rendimiento y no pudieron calcular el trabajo realizado. La parte (ii) se hizo bien y muchos candidatos identificaron correctamente dónde disminuía la entropía y dónde aumentaba.

[Solo NM (d)]

Hubo realmente buenas respuestas a (i) sobre la diferencia entre ebullición y evaporación, pero en (ii) pocos pudieron indicar la separación de las moléculas como la razón del aumento de la energía potencial, en vez de la energía cinética.

B3 [Parte 1 NS (a) y NM Parte 2 (a)] Campos de fuerzas eléctrico y magnético

Esta pregunta fue muy poco respondida en el NS. La combinación de inducción electromagnética y gravitación ahuyentó a muchos estudiantes.

(a) Muchos fueron capaces de calcular correctamente la rapidez y la fuerza sobre el protón, pero no siempre fue correcta la dirección y sentido de la fuerza magnética. La trayectoria fuera del campo debería haber sido rectilínea y tangente a la trayectoria circular dentro del campo. Debe recalarse que muchos de los que dibujaron una trayectoria recta no puntuaron debido a que omitieron la parte tangencial. Esto debe alertar a los estudiantes de que son necesarios precisión y detalle cuando responden preguntas de examen.

[Sólo NS (b) – (d)] La parte (c) se hizo pobremente. El enunciado de la ley de Lenz fue generalmente vago. La conexión entre la ley de Lenz y la conservación de la energía hizo de ella una pregunta difícil. En general, pocos pudieron responder este apartado y muchos intentaron responderlo en el contexto de una situación concreta (para la que el esquema de corrección admitía la totalidad de los puntos) pero aún así las respuestas no fueron siempre satisfactorias. En (d), la mayoría calculó correctamente la f.e.m. pero los apartados (ii) y (iii) se hicieron pobremente. El apartado (ii) era difícil, pero en el apartado (iii) los estudiantes deberían haberse dado cuenta de que como el campo magnético era vertical la ventana no cortaba flujo alguno.

[Sólo NM (b)]

Los candidatos respondieron bien aunque la definición de intensidad de campo eléctrico a menudo carecía de precisión.

B3 [Parte 2 sólo NS] Gravitación

Generalmente esta parte se hizo bien, aunque no tan bien como cabría esperar. La manipulación de muchos números grandes con la calculadora resulta ser claramente un problema para muchos estudiantes. Los estudiantes deben resolver muchos más problemas que involucren “números aplastantes”. En este apartado, la pregunta “física” interesante era la del apartado (c). Se esperaba que los estudiantes se dieran cuenta de que puesto que la energía total disminuía, sobre el satélite debería actuar una fuerza opuesta a la dirección y sentido del movimiento. Esta versión sobre la “paradoja del satélite” debería considerarse mejor en clase.

B4 [Parte 1 NS, B3 Parte 1 NM] Ondas

[Sólo NM (a)] Este apartado se hizo muy pobremente. Los estudiantes desconocían las definiciones necesarias de rayo y rapidez de la onda.

[NS (a) y NM (b)]

Muchos estudiantes se equivocaron al calcular la frecuencia, olvidando el hecho de que el tiempo estaba en ms, lo que requería una conversión a segundos. Un número sorprendente de estudiantes calculó frecuencias *diferentes* para las ondas A y B.

[Sólo NS (b)]

Muchos estudiantes consideraron que las franjas brillantes serían menos brillantes y las oscuras más brillantes, pero no señalaron con exactitud la razón para ello sobre el desplazamiento de las ondas, no canceladas ya completamente en los puntos de interferencia destructiva, o sumadas a la cantidad previa en los puntos de interferencia constructiva. Una vez más, los estudiantes deben ser advertidos de la necesidad de detallar sus respuestas.

[NS y NM (c)]

Esta pregunta sobre ondas estacionarias se respondió generalmente bien, pero muchos estudiantes no pudieron explicar la formación de la onda estacionaria en el contexto particular de la pregunta. Muchos omitieron la interferencia de la onda reflejada con la onda viajera incidente. En (ii) el error más común fue el cálculo de la longitud de onda. Aunque se ha propuesto esta pregunta muchas veces anteriormente (incluida la Prueba 1), los estudiantes no se dieron cuenta de que la distancia de 56 cm era equivalente a media longitud de onda.

[Sólo NS (d)]

La definición de efecto Doppler se hizo bien, pero al mismo tiempo muchos omitieron la referencia crucial al “cambio de la frecuencia observada”. La deducción de la fórmula de Doppler fue una pregunta de todo o nada. Fue agradable comprobar que muchos candidatos presentaban la prueba correcta. Esto supone una mejora significativa en comparación con preguntas similares de exámenes anteriores. Muchas razones correctas podrían darse en el apartado (iii) y todas se aceptaron para obtener la totalidad de los puntos.

B4 [Parte 2 sólo NS] Rayos X

Se hizo perfectamente o muy pobremente. En (a), muchos candidatos confundieron el fenómeno en cuestión con el efecto fotoeléctrico. En (b), aquellos candidatos que resolvieron primero para $Z-1$ y a continuación para Z obtuvieron mejor resultado que aquellos que primero desarrollaron el caso $(Z-1)^2$ y a continuación resolvieron para Z .

Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros estudiantes

Como en años anteriores, quedó clara la falta de precisión en la redacción de las respuestas y definiciones asociadas. Por ejemplo, los candidatos deberían dar definiciones precisas y no ambiguas de las magnitudes físicas y de los enunciados de las leyes físicas.

Es importante que los candidatos se familiaricen con los verbos de acción. Por ejemplo, cuando el verbo de acción es “explicar”, el número de puntos y el número de líneas disponibles para la respuesta debieran alertar a los candidatos de que se necesita algo más que el recordatorio de hechos para obtener una puntuación alta.

Como se ha sugerido otros años, el equipo de examinadores recomienda trabajar con pruebas anteriores (y con los esquemas de corrección asociados) para obtener una buena preparación para el examen. Ello no sólo familiarizará a los candidatos con el formato del examen, sino que muchos lograrán obtener un buen conocimiento del nivel de detalle requerido y de las capacidades que se están evaluando. Finalmente, debe estudiarse cada una de las partes del programa, ¡incluso las que se perciben como difíciles!

Prueba tres

Bandas de calificación del componente

Nivel superior

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 7	8 - 14	15 - 19	20 - 25	26 - 31	32 - 37	38 - 60

Nivel medio

Nota final:	1	2	3	4	5	6	7
Puntuaciones:	0 - 4	5 - 9	10 - 13	14 - 17	18 - 22	23 - 26	27 - 40

Generalidades

Algunos candidatos encontraron difícil rendir bien en esta prueba, aún en aquellos apartados de preguntas que requerían recordar aspectos básicos. Como ya se ha identificado en informes anteriores, a menudo los candidatos pierden puntos como resultado de definiciones que carecen de precisión o que se expresan en lenguaje no científico. Por ejemplo, se debería esperar que los candidatos conocieran las definiciones de intensidad de campo gravitatorio, luminosidad, magnitud aparente e índice de refracción.

Algunos candidatos hicieron muy bien las opciones elegidas, que claramente habían estudiado en profundidad, y parecía que habían practicado respondiendo preguntas de exámenes anteriores.

Áreas del programa y del examen que parecen haber resultado difíciles para los estudiantes

Hubo algunas áreas de dificultad en cada Opción. En muchos casos, esas dificultades derivaban del desconocimiento de la física subyacente.

Los ejemplos abarcan:

- Campo y potencial gravitatorio
- Equilibrio de rotación
- Termodinámica
- Simultaneidad
- Principio de equivalencia
- Dispersión óptica
- Difracción por una rendija
- Películas en forma de cuña

La comprensión de los conceptos origina muchas dificultades para un número significativo de candidatos. Esto es particularmente cierto respecto a la Opción G.

Áreas del programa o del examen en que los estudiantes demostraron estar bien preparados

Hay un sentir general de que aquellos candidatos que abordan la opción E parecen estar peor preparados que aquellos que abordan otras opciones.

Generalmente y como en años anteriores, los candidatos respondían mejor las preguntas memorísticas y los cálculos sencillos.

Puntos fuertes y débiles de los estudiantes al abordar las distintas preguntas

Opción A [NM] Ampliación de Mecánica

Fue una opción muy elegida pero no siempre bien respondida

A1 Movimiento de proyectiles

- A menudo se respondió bien, pero muchos candidatos dibujaron una línea recta.
- Un error muy común fue dibujar un triángulo
- Con frecuencia correcta.

A2. Intensidad de campo y potencial gravitatorios

Las definiciones tendían a ser imprecisas ya que no se indicó el cociente entre la fuerza y la masa ni se incluyó referencia alguna a una masa de prueba o a una masa puntual. Muchos candidatos citaron tanto la ley de gravitación como la definición.

- Se hizo, en general, bien.
- Hubo una buena cantidad de conjeturas y la pregunta quedó, a menudo, sin respuesta.
- Los candidatos más capaces plantearon el enlace correcto con el apartado (b).
- Aquellos candidatos que dejaron sin responder (c) tampoco respondieron este apartado, mientras lo que si dieron respuesta correcta a (c) también respondieron esta apartado correctamente.

A3 Equilibrio de rotación.

- Generalmente se conocía la condición, pero a menudo se confundieron las fuerzas con los momentos de las fuerzas.
- Muchos candidatos no dibujaron los vectores pasando por el punto P.
- El concepto de tomar momentos era extraño para los muchos candidatos. Los candidatos mejores reconocieron que para volcar, el punto P debería estar encima del X.

Opción B Física Cuántica y Física Nuclear

No fue una opción muy elegida, pero los candidatos que la abordaron a menudo lo hicieron totalmente bien.

B1 efecto fotoeléctrico.

- a) Generalmente resultó bien conocida.
- b) Aunque la determinación de la frecuencia umbral y la explicación de cómo se relacionaba con el gráfico se hicieron bien, muchos candidatos no supieron explicar sus cálculos de la constante de Planck y, por tanto, no obtuvieron la totalidad de los puntos.

B2 La hipótesis de De Broglie

- a) Algunas veces los candidatos citaron sólo la fórmula, pero no definieron sus términos.
- b) Como en exámenes anteriores, a menudo los candidatos no hicieron uso de la relación entre energía y momento, haciendo algo más largos sus cálculos.

Opción C Ampliación de Energía

Fue una opción poco elegida y raramente bien respondida.

C1 La primera ley de la termodinámica y los cambios de estado de un gas ideal.

- a) Fue frustrante para muchos candidatos. La mayoría parecía ser incapaz de relacionar sus respuestas con la primera ley.
- b) La mayoría de los candidatos que realmente abordaron los cálculos sólo lo lograron en lo que se refiere al trabajo y no siguieron adelante.

C2 Generación de potencia en centrales nucleares.

- a) Resultó bien conocida.
- b) Por alguna razón, a menudo se dejó completamente en blanco.
- c) Se hizo generalmente bien.
- d) No muchos candidatos se dieron cuenta de que la fisión se ve favorecida con neutrones lentos.
- e) En general, no se respondió bien y se presentaron diagramas confusos y/o mal rotulados.

Opción D (NM y NS) Física Biomédica

Esta opción no fue muy elegida, pero hubo algunos buenos intentos de abordarla y muchos de los candidatos que la eligieron obtuvieron puntuaciones altas.

D1 Escalamiento

- a) Los mejores candidatos tuvieron poca dificultad con esta pregunta.
- b) Parecía haber un cierto sentir entre algunos candidatos de que el escalamiento solo se aplica a cubos o a esferas.
- c) Muchos candidatos no fueron capaces de establecer un vínculo con el apartado (b).

D2 Audición

- a) Aunque en general se respondió correctamente, algunos candidatos tuvieron poco cuidado con las cifras significativas.
- b) Con frecuencia se perdió la física de la situación y se puso más énfasis en lo anatómico, sin hacer referencia a la acción de palanca o a la presión como fuerza / área.

D3 Rayos X e imágenes.

- a) Resultó bien conocida.
- b) Normalmente se respondió correctamente.
- c) Muchos candidatos constataron la relación entre el espesor del tejido y el espesor hemirreductor del músculo. Otros utilizaron la ecuación para encontrar la solución.
- d) Resultó bien conocida.

D4 (NS) Tasa metabólica

- a) Algunos candidatos confundieron las dos tasas.
- b) Normalmente se respondió correctamente.

D5 (HL) Yodo-131

- a) Resultó bien conocida.
- b) Pocos candidatos se dieron cuenta de la importancia la semivida biológica efectiva o de la importancia del yodo-131 como emisor beta.

Opción E Historia y desarrollo de la física

Fue una opción poco elegida y parecía que a menudo la abordaron los candidatos menos capaces.

E1 (NM y NS) Galileo y Newton.

- a) Resultó bien conocida.
- b) Normalmente se respondió bien.
- c) Las respuestas fueron a menudo pobres, con poca apreciación del hecho de que las cuatro lunas se comportaban como un sistema heliocéntrico en miniatura.
- d) (i) Resultó bien conocida. (ii) Normalmente se respondió pobremente y los candidatos raramente relacionaron la segunda ley con el peso.

E2 (NM y NS) Magnetismo y Electricidad

- a) Los dos apartados de esta pregunta se respondieron habitualmente bien.

E3 (NM y NS)

- a) Los dos apartados de esta pregunta se respondieron habitualmente de manera pobre y, en particular, el apartado (b), donde se mostró muy poco conocimiento de la importancia del experimento.

E4 (NS) El átomo de hidrógeno.

- a) Resultó muy raro encontrar una buena respuesta a esta pregunta y, a menudo, todos los apartados se dejaron sin responder.

Opción F Astrofísica

Una opción muy elegida en ambos niveles.

F1 (NM y NS) El Sol

- a) Normalmente bien respondida.
- b) A menudo, las respuestas fueron incompletas y raramente se mencionó que el espectro de absorción se compara con el de emisión para identificar las líneas.

F2 (NM y NS)

- a) Normalmente, resultó bien conocida.
- b) A pesar de que la pregunta indicaba que solo deberían usarse los datos de la tabla, muchos candidatos calcularon la luminosidad de forma independiente.

F3 (NM y NS) El Sol y Sirio

- a) Pocos candidatos no tuvieron en cuenta el verbo de acción, dejando sin explicación lo que se entiende por escala de magnitudes aparentes.
- b) Con frecuencia se respondió correctamente.

F4 (NM y NS) La evolución del universo.

- a) Resultó bien conocida.
- b) A menudo faltaba precisión en los diagramas y resultaba difícil ver si la línea trazada tocaba a la curva dada en $t = T$.
- c) Muy pocos candidatos hicieron referencia al único punto-dato conocido.

F5 (NS) Síntesis nuclear.

- a) Resultó bien conocida.
- b) Generalmente, las comparaciones en los cambios se hicieron correctamente, pero algunos candidatos leyeron equivocadamente la pregunta y describieron la evolución de los dos tipos de estrella.

F5 (NS) Ley de Hubble

- a) Resultó bien conocida.
- b) Como en exámenes anteriores, las unidades hicieron fracasar a muchos candidatos.

Opción G Relatividad

Una opción muy elegida en el Nivel superior.

G1 Simultaneidad

- a) Se respondió generalmente de manera pobre y muchos candidatos parecían malinterpretar la situación. Las respuestas a menudo carecían de cualquier

referencia a la relatividad o a Lucinda. Muchos candidatos consideraron que Simón se estaba moviendo hacia los pájaros.

G2 Dilatación del tiempo.

- a) A menudo se respondió correctamente.
- b) Aunque muchos candidatos se dieron cuenta de que el astronauta medía el tiempo propio, pocos identificaron correctamente los sucesos a los que se refería dicho tiempo.
- c) Pocos candidatos mencionaron la asimetría de la situación.

G3 Masa y energía

- a) A menudo se respondió bien.
- b) Pocos pudieron indicar realmente la energía correcta del electrón en MeV y, por tanto, se hicieron un lío con la parte (ii). El valor incorrecto dado en el apartado (ii) no pareció haber perjudicado a los candidatos que fueron capaces de hacer este apartado. Se concedió la totalidad de los puntos por un valor correcto de gamma.

G4 (NS) Momento

- a) Los candidatos que conocían cómo manipular las unidades no tuvieron dificultades con este apartado; los demás forcejearon o ni siquiera empezaron.

G5 (NS) Relatividad general

- a) Normalmente se hizo correctamente.
- b) Demasiados candidatos dieron enunciados imprecisos del principio de equivalencia, del tipo “gravedad y aceleración son la misma cosa”, como para obtener puntos.
- c) Excepto la frecuente omisión de “gravitatorio” en (ii), se respondió generalmente de forma correcta.

Opción H Óptica

Una opción muy elegida en ambos niveles.

H1 Refracción

- a) Resultó bien conocida.
- b) En general se respondió correctamente.
- c) Muy pocos candidatos se refirieron en sus respuestas al apartado (b) y, por tanto, no obtuvieron la totalidad de puntos.

H2 Espejo plano

- a) Muchos candidatos omitieron mencionar el plano de reflexión.
- b) Normalmente los apartados (b) y (c) se respondieron bien, excepto que bastantes candidatos no se dieron cuenta de que si la persona se situara más lejos del espejo eso no tendría repercusión sobre (c) (i) y (ii).

H3 Microscopio compuesto

- a) Se presentaron diagramas de rayos muy pobres y a menudo los diagramas correctos no rotulaban la distancia focal.
- b) A menudo se respondió correctamente.
- c) Algunos candidatos sumaron los dos aumentos en el apartado (c).

H4 (NS) Difracción.

- a) Raramente se mencionó la interferencia de la luz desde cada elemento de la rendija.
- b) A menudo se respondió correctamente.
- c) Se presentaron pocos diagramas correctos.

H5 (NS) Película en forma de cuña.

- a) Resultó bien conocida.
- b) Este sencillo cálculo hizo fracasar a muchos candidatos.

Recomendaciones y orientaciones para la enseñanza de futuros estudiantes

Frecuentemente, los candidatos dibujan diagramas y gráficos tan pobres que resultan poco significativos. Las líneas rectas deben dibujarse con una regla.

Se debe alertar a los candidatos acerca del significado de los verbos de acción que enuncian una pregunta y también sobre el número de puntos asignados a cada pregunta; “explicar” requiere una respuesta más detallada que “indicar”, como muestran los 4 puntos asignados al primero en comparación con el único punto asignado al segundo. A la inversa, “indicar” no requiere el detalle que se espera en “explicar”.

Como se ha sugerido otros años, el equipo de examinadores recomienda trabajar con pruebas anteriores (y con los esquemas de corrección asociados) para obtener una buena preparación para el examen. Ello no sólo familiarizará a los candidatos con el formato del examen, sino que muchos lograrán obtener un buen conocimiento del nivel de detalle requerido y de las capacidades que se están evaluando.

Algunos candidatos respondieron a todas las preguntas en hojas separadas y no escribieron nada sobre el cuadernillo de examen. Algunos candidatos respondieron a lápiz y eso debe desaconsejarse ya que a menudo las respuestas resultan difíciles de interpretar; debe animarse a los candidatos a escribir de manera clara y legible.